

酸化物燃料の電解還元装置開発

(1) 陰極隔壁を用いた 100 グラム規模での UO_2 還元試験

Development of electrolytic reduction equipment for oxide fuels

(1) 100 g-scale UO_2 reduction test using cathode shroud

*坂村 義治¹⁾, 飯塚政利¹⁾, 小藤博英²⁾

¹⁾電中研、²⁾原子力機構

実用性に優れる酸化物燃料の電解還元装置を開発している。陰極で析出するリチウム金属を効率的に利用するために、陰極の周囲にシュラウドを配置して電解を行い、約 100 グラムの UO_2 を金属に還元した。

キーワード：乾式再処理，電解還元，酸化ウラン，金属ウラン

1. 緒言

金属燃料高速炉・乾式再処理技術の開発では、酸化物燃料を金属燃料に転換するために、電解還元プロセスの研究が行われてきた。これまで国内外で行われた試験において、熔融 $\text{LiCl-Li}_2\text{O}$ 中での電解により、使用済酸化物燃料に含まれるアクチニドが金属に還元されることが確認されている。他方、電解還元プロセスの実用化に向けての主要な課題として、高い処理速度と効率を実現する電解槽設計が求められている。

これまでの工学規模での電解試験において、陰極で還元反応が一様には進行せず、局所的に熔融塩の分解 (金属 Li 析出) が起こる現象が見られた。そこで、析出した金属 Li を散逸させずに還元剤として有効に利用するなど、装置上の工夫が必要である。また、陽極では、 O_2 ガスを高い電流密度で発生させ、しかも効率的に排気する電極構造が重要である。本研究開発では、そうした点を考慮して、工学規模への拡張を見据えた電解還元試験装置を設計・製作し、 UO_2 を約 100 g 使用する試験を実施して装置性能を評価する。

2. 実験方法

内径 100 mm のステンレス坩堝に 1.0 wt% の Li_2O を含む LiCl を約 1.2 kg 装荷して 650℃ で熔融した。陰極は、直径 30 mm の円筒型ステンレス金網バスケットで、 UO_2 粉末を 111.33 g 装荷した。そして、陰極に析出する液体金属 Li が外部に流出しないように、陰極の周囲をステンレス金網シュラウドで取り囲んだ。陽極は、幅 15 mm の Pt 板で、陰極をはさんで 2 つを配置した。陽極で発生する O_2 ガスは、上部からカバーガスをポンプで吸引することにより排気した。

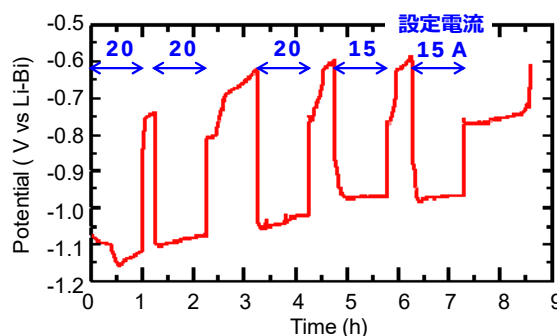


図1 電解還元試験での設定電流と UO_2 陰極電位

3. 結果および考察

定電流電解により UO_2 を還元した。設定電流と陰極の電位変化を図 1 に示す。電解中は金属 Li が析出していると推測され (金属 Li は約 -0.8 V より卑な電位で析出)、電解後半では UO_2 残留量の減少に合わせて、電流を 20→15 A に下げた。一方、電解中の陽極電位は約 2.0 V で、これは O_2 発生電位と一致している。電解は、装荷した UO_2 の全量が還元される理論値に対して 2.05 倍の電気量を通電して終了した (休止時間を除く通算の電解時間は 5.0 h)。図 2 に、電解後の陰極バスケットの外観と切断面の写真を示したが、 UO_2 は完全に金属ウランに還元されていることが確認された。

陽極の Pt には金属 Li による腐食は見られず、陰極シュラウドが所定の機能を果たしたものと考えられる。

本成果は、経済産業省資源エネルギー庁の委託事業「平成 30 年度高速炉の国際協力等に関する技術開発」によって得られたものである。ウラン試験は、東芝エネルギーシステムズの大森孝氏、中村等氏らの協力により実施した。



図2 電解還元後の陰極バスケット (直径30mm)

*Yoshiharu Sakamura¹, Masatoshi Iizuka¹ and Hirohide Kofuji², CRIEPI¹, JAEA²